

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04074205
PUBLICATION DATE : 09-03-92

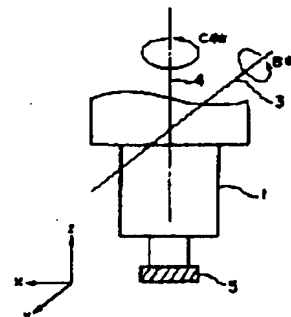
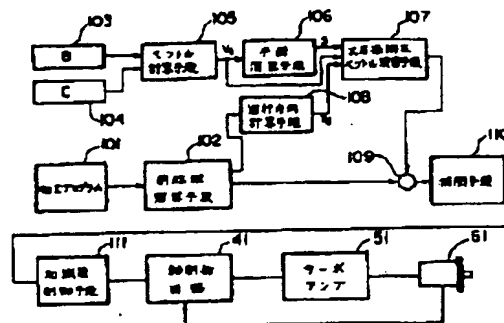
APPLICATION DATE : 16-07-90
APPLICATION NUMBER : 02187772

APPLICANT : FANUC LTD;

INVENTOR : OGINO HIDEO;

INT.CL. : G05B 19/403

TITLE : CORRECTION SYSTEM FOR TOOL DIAMETER



ABSTRACT : PURPOSE: To omit an automatic program producing device, etc., by obtaining a tool diameter correcting vector with a numerical controller when a machining is carried out at the edge of a tool after tilting the tool.

CONSTITUTION: A vector calculation means calculates a tool directional vector from the position information on the axis that controls the tilt of a tool. When the tilt of a rotary head 1 is controlled by axes B and C, for example, the tool directional vector is obtained from the present positions of both axes B and C. A plane arithmetic means 106 operates an offset plane vertical to the vector based on the tool directional vector. At the same time, a traveling direction calculation means 108 calculates the traveling direction of the tool. A tool diameter correction vector arithmetic means 107 generates a tool diameter correction vector having a size equal to the tool radius on a straight line produced from the cross between a plane and a surface formed between the tool directional vector and the tool traveling direction. Then the tool diameter correction vector is applied to a program path so that the final tool path is obtained. This tool path is interpolated by an interpolation means 110. Thus the edge machining is simplified for a tilted tool.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

平4-74205

⑮ Int. Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)3月9日

G 05 B 19/403

F

9064-3H

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑭ 発明の名称 工具径補正方式

⑯ 特 願 平2-187772

⑰ 出 願 平2(1990)7月16日

⑱ 発 明 者 佐々木 隆夫 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社商品開発研究所内

⑱ 発 明 者 大槻 俊明 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社商品開発研究所内

⑱ 発 明 者 萩野 秀雄 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社商品開発研究所内

⑲ 出 願 人 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

⑲ 代 理 人 弁理士 服部 毅 殿

明 細 書

1. 発明の名称

工具径補正方式

2. 特許請求の範囲

(1) 工具が3次元空間上に傾斜し、工具のエッジでワークを加工する数値制御工作機械での工具径補正方式において、

前記工具の傾斜を制御する制御軸の現在位置から、工具方向ベクトルを計算するベクトル計算手段と、

前記工具方向ベクトルから、前記工具方向ベクトルに垂直なオフセット平面を演算する平面演算手段と、

前処理演算手段からの指令により、工具の進行方向を計算する進行方向計算手段と、

前記工具方向ベクトルと前記工具の前記進行方向がなす面と、前記平面とが交差してできる直線上に、工具半径分の大きさを有する工具径補正ベ

クトルを生成する工具径補正ベクトル演算手段と、
プログラム通路に前記工具径補正ベクトルを加え工具通路を求める加算器と、

前記工具通路を補間する補間手段と、

を有することを特徴とする工具径補正方式。

(2) 前記工具の傾斜を制御する機構はロータリヘッドであることを特徴とする請求項1記載の工具径補正方式。

(3) 前記ロータリヘッドを制御する軸はB軸及びC軸であり、前記ベクトル計算手段は前記工具方向ベクトルを、前記B軸及び前記C軸の現在位置より計算することを特徴とする請求項2記載の工具径補正方式。

(4) 前記工具の傾斜を制御する機構はロータリテーブルであることを特徴とする請求項1記載の工具径補正方式。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は数値制御工作機械での工具径補正方式

に関し、特に工具が傾斜してワークを加工する場合の工具径補正方式に関する。

〔従来の技術〕

数値制御工作機械では、3次元加工を行うために、工具がワークに対して傾斜しなければならない。これらの傾斜は、工具を設けたロータリヘッドをワーク面に傾斜させるものと、ワークテーブルを傾斜させるものがある。

一方、3次元加工では、工具を傾斜させ、かつ工具のエッジで加工を行う場合がある。このためには、工具径補正ベクトルを3次元上のベクトルとして求める必要がある。3次元上の工具径補正ベクトルを求める方法としては以下のような方法がある。

第1の方法は自動プログラミング方法によるものである。自動プログラミング方法によれば、加工プログラムを生成するときに、同時に工具径補正ベクトルも計算され、工具径補正された工具通路が自動的に求められる。

加工するときの工具径補正を簡単に行うことのできる工具径補正方式を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明では上記課題を解決するために、

工具が3次元空間上に傾斜し、工具のエッジでワークを加工する数値制御工作機械での工具径補正方式において、前記工具の傾斜を制御する制御軸の現在位置から、工具方向ベクトルを計算するベクトル計算手段と、前記工具方向ベクトルから、前記工具方向ベクトルに垂直なオフセット平面を演算する平面演算手段と、前処理演算手段からの指令により、工具の進行方向を計算する進行方向計算手段と、前記工具方向ベクトルと前記工具の前記進行方向がなす面と、前記平面とが交差してできる直線上に、工具半径分の大きさを有する工具径補正ベクトルを生成する工具径補正ベクトル演算手段と、プログラム通路に前記工具径補正ベクトルを加え工具通路を求める加算器と、前記工具通路を補間する補間手段と、を有することを特

第2の方法は、加工プログラムを特定の平面、例えばXY平面上で作成し、工具径補正もこの平面上で行って工具通路を求め、これを実際の傾斜した平面に座標変換する方法である。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、第1の自動プログラミングを使用する方法では、常に自動プログラム作成装置を必要とし、システムが高価なものとなる。また、工具径が変化すると、その度に加工プログラムを作成する必要がある。

また、第2の方法では、加工平面が固定されている場合は比較的有用であるが、加工平面が変化する場合、すなわち曲面を加工する場合は、XY平面上の工具の通路を傾斜した平面、すなわち曲面に変換する変換マトリクスが常に変化し、座標変換が複雑になる。従って、数値制御装置の処理に極めて大きな負担がかかる。

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、工具を傾斜させ、工具のエッジでワークを

微とする工具径補正方式が、提供される。

〔作用〕

ベクトル計算手段は、工具の傾斜を制御する軸の位置情報から、工具の傾斜、すなわち工具方向ベクトルを計算する。例えば、工具の傾斜がロータリヘッドによって制御され、ロータリヘッドの傾斜がB軸とC軸によって制御されるときは、B軸とC軸の現在位置から、工具方向ベクトルが求められる。

次に、平面演算手段は工具方向ベクトルから、工具方向ベクトルに垂直なオフセット平面を演算する。また、進行方向計算手段は工具の進行方向を計算する。

工具径補正ベクトル演算手段は、工具方向ベクトルと工具の進行方向がなす面と、平面とが交差してできる直線上に、工具半径分の大きさを有する工具径補正ベクトルを生成する。

プログラム通路に、この工具径補正ベクトルを加えれば、最終的な工具通路が求まり、補間手段

はこの工具通路を補間する。

これによって、傾斜した工具のエッジ加工を簡単に行うことができる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。

第2図は工具を傾斜させるロータリヘッドの概観図である。ロータリヘッド1はY軸に平行な軸3を中心として回転できるようになっている。この回転軸をB軸とする。また、Z軸に平行な軸4を中心として回転できるようにもなっており、この回転軸をC軸とする。軸4の先端には工具5が設けられている。

従って、B軸及びC軸の回転に伴って、工具5を任意の角度に傾けることができ、工具5を傾斜させて、工具5のエッジで加工を行うことができる。このために、工具5の傾きに応じた工具径補正ベクトルを計算して、与える必要がある。

一方、工具5が傾いているときは、工具径補正

プログラム通路 L_p に対して、工具径補正ベクトル V によって工具径補正を行えば、工具6の中心通路である工具通路 L_t が求められる。この工具通路 L_t を補間すれば、工具5のエッジ6でワーク7を加工することができる。

第1図は本発明の工具のエッジで加工を行う場合の工具径補正方式のブロック図である。これらの各ブロックの処理は後述する数値制御装置のソフトウェアによって実行される。

前処理演算手段102は加工プログラム101を読み取り、移動指令を加算器109へ送るとともに、工具径補正指令があるときは後述の各ブロックに工具径補正指令を送る。ベクトル計算手段105は、ロータリヘッド2を制御するB軸の現在位置レジスタ103から、C軸の現在位置をレジスタ104から読み、工具5の工具方向ベクトル V_t を求める。

次に、平面演算手段106は工具方向ベクトル V_t から、工具方向ベクトル V_t に垂直な平面 S を演算する。また、進行方向計算手段108は前

は傾いた面で行う必要がある。従って、3次元上での工具径補正が必要になる。

次にこのような工具5のエッジで加工を行うための工具径補正方式について述べる。第3図は本発明の工具径補正方式の概略を説明するための図である。工具5がワーク7に対して傾いており、工具5のエッジ6でワーク7の表面を加工する。プログラム通路 L_p はワーク7の表面8上にある。

まず、数値制御装置はB軸とC軸の現在位置から、この工具5の工具方向ベクトル V_t を求めることができる。また、この工具方向ベクトル V_t に垂直な平面 S （図では、平面 S は紙面に垂直のために直線で表されている）を演算することができる。一方、工具進行方向 T_d はプログラム通路 L_p と同じ方向である。

ここで、工具軸方向ベクトル V_t と工具進行方向 T_d とがなす面（図の紙面）と、平面 S とが交差する線上に工具径補正ベクトル V を生成する。工具径補正ベクトル V の大きさは工具6の半径である。

処理演算手段102からの移動指令を読み、工具5の進行方向 T_d を計算する。

工具径補正ベクトル演算手段107は、工具方向ベクトル V_t と、工具進行方向 T_d のなす面を求める。この面は第3図では紙面の面である。次に、この面と平面 S とが交差する線を求める。方向がこの線上にあり、大きさを工具5の半径とする工具径補正ベクトル V を求める。

加算器109は工具径補正ベクトル V をプログラム通路 L_p に加算し、工具通路 L_t が求まる。補間手段110はこの工具通路 L_t から移動量を求め、これを補間する。

補間された分配パルスは加減速制御手段111で加減速され、軸制御回路41に送られる。軸制御回路41は分配パルスを速度制御信号に変換し、サーボアンプ51に送る。サーボアンプ51は速度制御信号を増幅し、サーボモータ61を駆動する。サーボモータ61には位置検出用のパルスコーダが内蔵されており、軸制御回路41に位置帰還パルスを帰還する。

第1図では加減速制御手段111、軸制御回路41、サーボアンプ51、サーボモータ61は1軸分のみしか表していない。実際は5軸分必要であるが、他の軸の要素も同じであるので省略してある。

第4図は工具径補正方式の処理のフローチャートである。図において、Sに続く数値はステップ番号を示す。

〔S1〕前処理演算手段102は加工プログラム101を読み、工具径補正スタートの指令があるか判別し、あればS2へ、なければS3へ進む。

〔S2〕スタートアップ指令があるので、スタートアップの処理を行う。すなわち、最初の工具径補正ベクトルの生成等を行う。

〔S3〕工具径補正キャンセルの指令があるか判別し、あればS4へ進み、なければS5へ進む。

〔S4〕工具径補正キャンセルの指令があるので、工具径補正ベクトルをキャンセルする。

〔S5〕工具径補正モード中か判別し、工具径補正モードならS6へ、そうでなければS10へ進

む。

〔S6〕ベクトル計算手段105はレジスタ103と104から、B軸及びC軸の現在位置を読み取り、工具方向ベクトル V_t を計算する。

〔S7〕平面演算手段106は工具方向ベクトル V_t から、工具方向ベクトル V_t を法線とする平面Sを求める。

〔S8〕進行方向計算手段108は工具5の進行方向 T_d を求める。

〔S9〕工具径補正ベクトル演算手段107は、工具方向ベクトル V_t と工具進行方向 T_d からなる面を求める。この面と平面Sとが交差してできる線上にあり、大きさが工具5の半径である工具径補正ベクトル V を求める。

〔S10〕加算器109によって、プログラム通路 L_p に工具径補正ベクトル V を加え、工具通路 L_t を求める。

〔S11〕補間手段110は工具通路 L_t から移動量を求め、これを補間して、分配パルスを出力する。

第5図は本発明を実施するための数値制御装置(CNC)のハードウェアのブロック図である。図において、10は数値制御装置(CNC)である。プロセッサ11は数値制御装置(CNC)10全体の制御の中心となるプロセッサであり、バス21を介して、ROM12に格納されたシステムプログラムを読み出し、このシステムプログラムに従って、数値制御装置(CNC)10全体の制御を実行する。RAM13には一時的な計算データ、表示データ等が格納される。RAM13にはSRAMが使用される。CMOS14には工具径補正量、ピッチ誤差補正量、加工プログラム及びパラメータ等が格納される。

CMOS14は、図示されていないバッテリーでバックアップされ、数値制御装置(CNC)10の電源がオフされても不揮発性メモリとなっているので、それらのデータはそのまま保持される。

インタフェース15は外部機器用のインタフェースであり、紙テープリーダー、紙テープパンチャー、紙テープリーダー・パンチャー等の外部機器3

1が接続される。紙テープリーダーからは加工プログラムが読み込まれ、また、数値制御装置(CNC)10内で編集された加工プログラムを紙テープパンチャーに出力することができる。

PMC(プログラマブル・マシン・コントローラ)16はCNC10に内蔵され、ラダー形式で作成されたシーケンスプログラムで機械を制御する。すなわち、加工プログラムで指令された、M機能、S機能及びT機能に従って、これらをシーケンスプログラムで機械側で必要な信号に変換し、I/Oユニット17から機械側に出力する。この出力信号は機械側のマグネット等を駆動し、油圧バルブ、空圧バルブ及び電気アクチュエータ等を作動させる。また、機械側のリミットスイッチ及び機械操作盤のスイッチ等の信号を受けて、必要な処理をして、プロセッサ11に渡す。

各軸の現在位置、アラーム、パラメータ、画像データ等の画像信号はCRT/MDIユニット25の表示装置に送られ、表示装置に表示される。インタフェース19はCRT/MDIユニット2

5内のキーボードからのデータを受けて、プロセッサ11に渡す。

インタフェース20は手動パルス発生器32に接続され、手動パルス発生器32からのパルスを受ける。手動パルス発生器32は機械操作盤に実装され、手動で機械稼働部を精密に位置決めするのに使用される。

軸制御回路41～45はプロセッサ11からの各軸の移動指令を受けて、各軸の指令をサーボアンプ51～55に出力する。サーボアンプ51～55はこの移動指令を受けて、各軸のサーボモータ61～65を駆動する。サーボモータ61～65には位置検出用のパルスコードが内蔵されており、このパルスコードから位置信号がパルス列としてフィードバックされる。場合によっては、位置検出器として、リニアスケールが使用される。また、このパルス列をF/V（周波数/速度）変換することにより、速度信号を生成することができる。図ではこれらの位置信号のフィードバックライン及び速度フィードバックは省略してある。

を制御する軸の現在位置から工具径補正ベクトルを計算することになる。

また、工具の傾斜を制御する軸を2軸としたが、1軸によって工具の傾斜を制御する場合にも同じように適用できる。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明では、工具を傾斜させて、工具のエッジで加工を行う場合に、数値制御装置内で工具径補正ベクトルを求めるように構成したので、工具を傾斜させて工具のエッジでの加工を行うことができる。この結果、自動プログラム作成装置等を必要としない。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の工具のエッジで加工を行う場合の工具径補正方式のブロック図、

第2図は工具を傾斜させるロータリヘッドの概観図、

第3図は本発明の工具径補正方式の概略を説明

スピンドル制御回路71はスピンドル回転指令及びスピンドルのオリエンテーション等の指令を受けて、スピンドルアンプ72にスピンドル速度信号を出力する。スピンドルアンプ72はこのスピンドル速度信号を受けて、スピンドルモータ73を指令された回転速度で回転させる。また、オリエンテーション指令によって、所定の位置にスピンドルを位置決めする。

スピンドルモータ73には歯車あるいはベルトでポジションコード82が結合されている。従って、ポジションコード82はスピンドル73に同期して回転し、帰還パルスを出力し、その帰還パルスはインタフェース81を経由して、プロセッサ11によって、読み取られる。この帰還パルスは他の軸をスピンドルモータ73に同期して移動させ、精密なタッピング加工等を可能にする。

上記の説明では、ロータリヘッドを制御して工具の傾斜を制御することで説明したが、これ以外にテーブルを傾斜させ、相対的に工具をワーク面に傾斜させることもできる。この場合はテーブル

するための図、

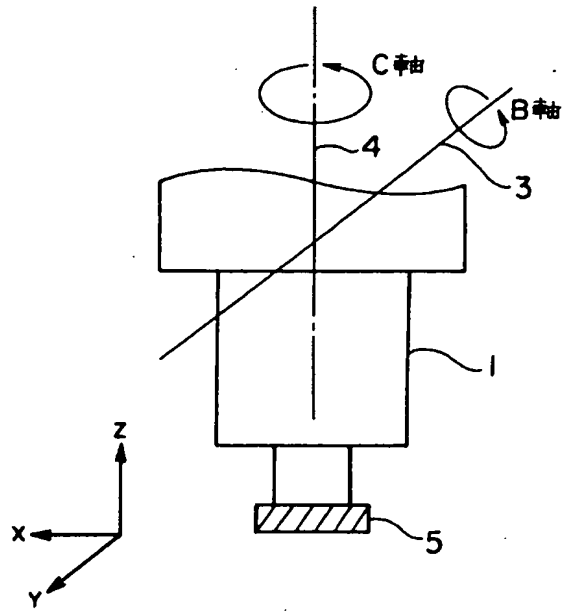
第4図は工具径補正方式の処理のフローチャート、

第5図は本発明を実施するための数値制御装置(CNC)のハードウェアのブロック図である。

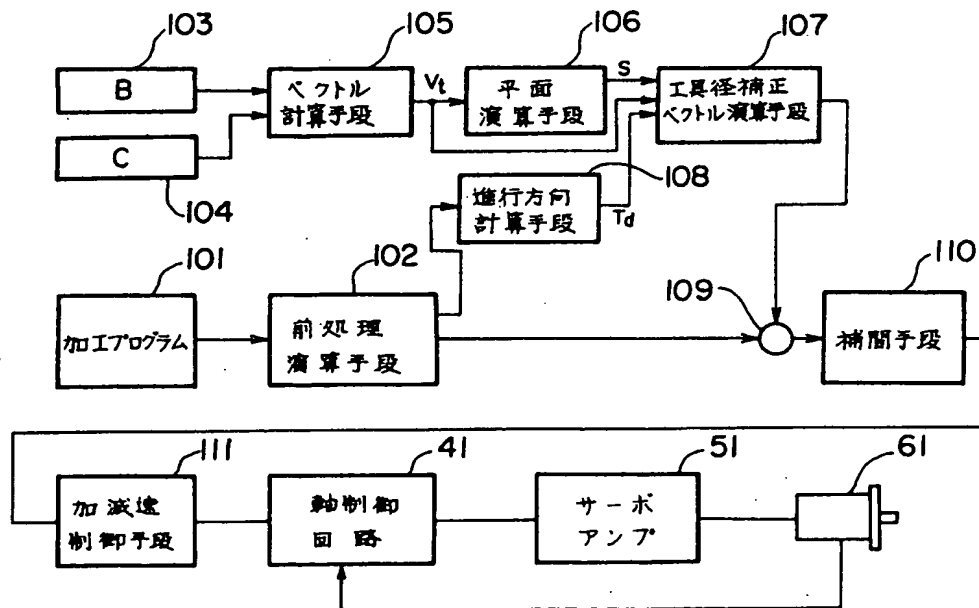
1	ロータリヘッド
5	工具
11	プロセッサ
12	ROM
13	RAM
14	CMOS
41～45	軸制御回路
51～55	サーボアンプ
61～65	サーボモータ
101	加工プログラム
102	前処理演算手続
103	現在位置レジスタ
104	現在位置レジスタ
105	ベクトル計算手続

- 106平面演算手段
- 107工具径補正ベクトル演算手段
- 108進行方向計算手段
- 109加算器
- 110補間手段
- 111加減速制御手段

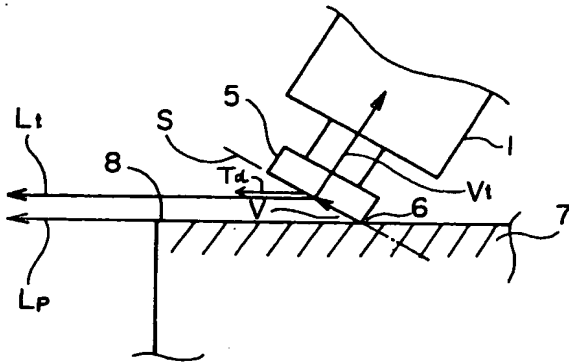
特許出願人 ファナック株式会社
 代理人 弁理士 服部毅哉



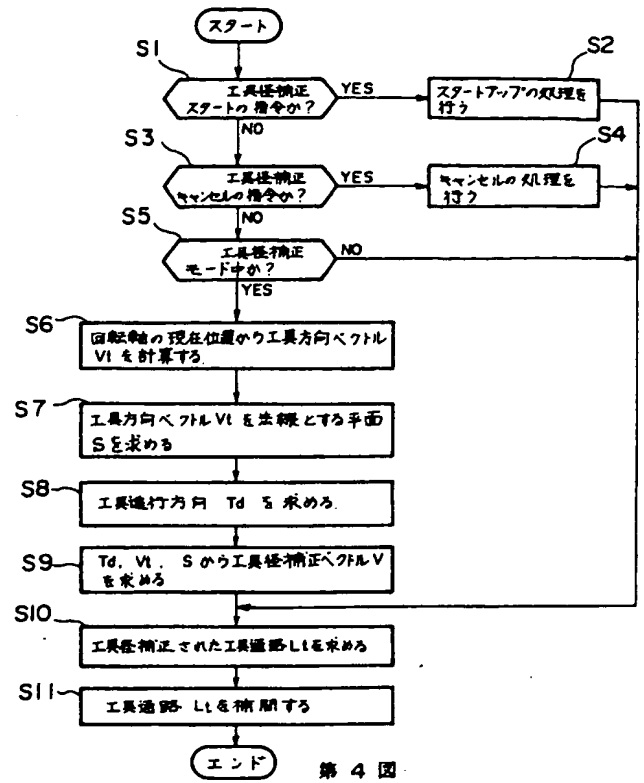
第 2 図



第 1 図



第 3 図



第 4 図

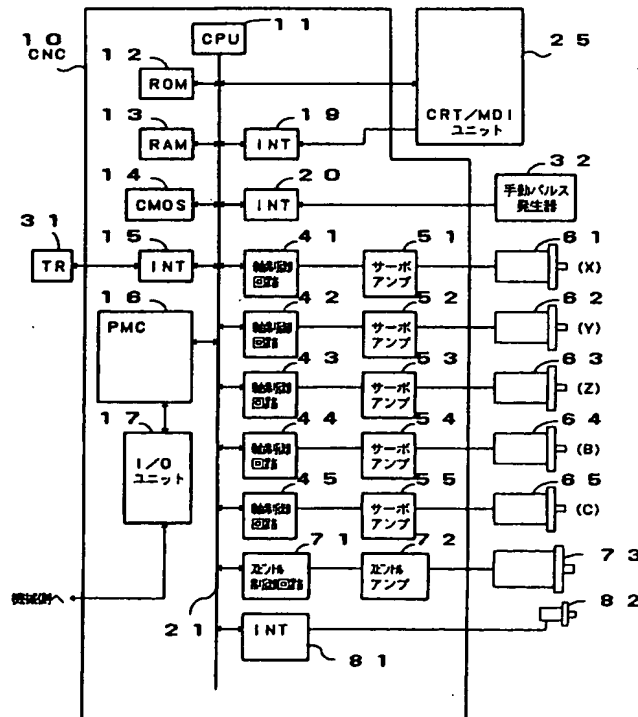


図 5